

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H05747

研究課題名(和文) 極限時間分解能観測によるオーロラ最高速変動現象の解明

研究課題名(英文) Study of the fastest aurora variations by high-speed observations

研究代表者

藤井 良一 (Fujii, Ryoichi)

名古屋大学・宇宙地球環境研究所・名誉教授

研究者番号：00132712

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 165,300,000円

研究成果の概要(和文)：脈動オーロラの最高速変動現象の謎を解明するために、「あらせ」衛星、地上観測、ロケット実験、シミュレーションの4つのチームによって研究を進めた。高速光学観測ネットワークを北米・北欧に構築するとともに、2度の観測ロケット実験観測を実施した。観測およびモデルによって、脈動オーロラの主脈動および高速変調の起源を世界で初めて解明した。さらに、脈動オーロラに伴う相対論的電子降り込みによる中間圏オゾンの破壊や、脈動オーロラの過剰な減光などの、当初予想していなかった多くの発見があり、想定以上の学術的成果が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

脈動オーロラはオーロラ爆発後に現れる普遍的な現象であるが、その変調機構は特定されていなかった。本研究グループは、宇宙と地上からの最先端の計測、独自のロケット観測、先端的なシミュレーションを駆使して、脈動オーロラの様々な時間スケールでの変調過程が宇宙空間のプラズマ波動粒子相互作用によって起きていることを世界で初めて実証した。さらに、脈動オーロラ現象が中間圏の大気環境を従来考えられていたよりも大きく変化させ、地球環境に重要な影響を与えることを示唆する結果を得た。

研究成果の概要(英文)：In order to elucidate the mystery of the highest speed variability of the pulsating aurora, research was conducted by four teams: the Arase satellite, ground-based observations, rocket experiments, and simulations. A high-speed optical observation network was established in North America and Northern Europe, and two experimental rocket observations were conducted. The origin of the main pulsation and high-speed modulation of the pulsating aurora was elucidated for the first time by observations and models. Furthermore, many unexpected discoveries were made, such as the destruction of mesospheric ozone by relativistic electron precipitation associated with pulsating auroras and overdaking of pulsating auroras, resulting in many academic achievements.

研究分野：地球惑星科学分野

キーワード：脈動オーロラ 高速変動 衛星-地上同時観測 ロケット観測 波動粒子相互作用

1. 研究開始当初の背景

極夜の空に輝くオーロラは、宇宙空間から降り注いだ電子が地球大気に衝突して起こる発光現象であり、その中に、数秒から数 10 秒の周期で明滅する「脈動オーロラ」と呼ばれる現象がある。脈動オーロラは、宇宙空間で発生するプラズマの波との相互作用の結果、電子が超高層大気に降下して発生する現象であり、発光の時空間変動は宇宙空間におけるプラズマの波と電子の相互作用を詳細に映し出す。脈動オーロラは、主に地上光学観測によって、その動態が長年にわたり調べられてきた。2010 年代に入り、脈動オーロラ電子を散乱させるプラズマの波が、コーラスと呼ばれる数 kHz の周波数帯のホイッスラーモードの非線形プラズマ波動であることが特定された (Nishimura et al., 2010, Science, Thorne et al., 2010, Nature)。さらに、本研究グループ等による高時間分解能光学観測によって、脈動オーロラは、数秒の変動に加えて、数 10 から数 100 ミリ秒の短周期の内部変調構造を持つ階層的周期構造を示すことが発見された (Kataoka, Miyoshi et al., 2012)。このように脈動オーロラの研究、特にその特徴である時間変動に関する研究は、2010 年代になって劇的な進展を見せている。しかし、「なぜオーロラが明滅するのか?」という根源的な問いに対する答えは未だに得られていない。これは、その理解に不可欠な、脈動オーロラの内部変調構造の特性、及び、コーラス波動起源の階層的周期構造を同定するには、既存の観測の時間分解能が不十分であることに本質的に起因する。この問題を克服して脈動オーロラの生成過程と明滅機構を解明するためには、地上観測でオーロラの時空間変動を押さえながら、現象を引き起こす源である磁気圏と、発光が生じる電離圏の直接観測を、これまでにない高い時間分解能で同時に行うことが求められる。具体的には、1) 変動の基本要素である数 10 から数 100 ミリ秒の降下電子変動とコーラス波動の双方について、地上と飛翔体の高時間分解能計測機器による初の同時観測を実現すること、そして 2) コーラス波動と脈動オーロラの時空間変動特性の関係を数秒から数 10 ミリ秒までの時間階層の中で特徴付けること、が必要となる。この研究を行うために、人工衛星によるプラズマ波動観測、ロケット観測、地上光学観測、シミュレーションから構成される研究グループを組織し、脈動オーロラの階層的周期構造を、地上からの光学・レーダー観測、科学衛星「あらせ」、ロケットによる総合観測によって追跡し、それらの観測とシミュレーションの比較から、脈動オーロラ明滅機構の起源を解明する。

2. 研究の目的

■ 地上観測－科学衛星あらせによる同時観測

2016–2021 年度の冬期に、欧州非干渉散乱 (EISCAT) レーダー観測および北欧 4 地点からの多点高速撮像により、脈動オーロラの輝度変動に見られる階層的周期構造を特定する。同期間に宇宙空間を飛翔する「あらせ」衛星が観測するコーラス波動、電子のデータとの比較を行い、オーロラの輝度変動に対応するようなコーラス波動の時間変動が存在するかどうかを検証する。地上観測を多点に展開し、脈動オーロラの形状を広域にかつ 2 次元的にモニターすることで、変動特性や明滅機構の詳細を明らかにする。

■ 地上観測－科学衛星あらせ－観測ロケットによる総合観測

脈動オーロラ中で電子を直接観測する観測ロケット実験を行い、脈動オーロラ発光高度における降下電子の変調を特定する。このロケットに、本グループが開発する新しい高エネルギー電子観測装置を搭載し、発光強度の周期変動と比較すると共に、降下電子のエネルギー特性を明らかにする。

■ シミュレーションと観測研究の比較による物理メカニズムの特定

「あらせ」衛星が宇宙空間で観測したコーラス波動および電子の分布を入力としたデータ駆動型シミュレーションを行い、地上観測による脈動オーロラ現象を再現できるかどうかを検証する。それにより、脈動オーロラの高速変調構造の生成機構を明らかにする。

3. 研究の方法

「衛星観測チーム」、「ロケット観測チーム」、「地上観測チーム」、「シミュレーションチーム」の 4 つのチームを形成して開発や観測を集中的に進めると共に、それぞれの相補的な観測・解析内容を密接に組み合わせた研究を実施した。

- 1) 衛星観測チーム: 「あらせ」衛星に搭載された波動粒子相互作用解析装置の開発を行うとともに、「あらせ」衛星のデータ解析を進め、宇宙空間のプラズマ波動・電子の直接観測を実施した。
- 2) ロケット観測チーム: 独自の搭載機器の開発を行い、NASA 観測ロケット実験に採択されることで、当初は 1 回の予定であったが最終的に北欧および北米の 2 回にわたって脈動オーロラ中における直接観測を実現した。
- 3) 地上観測チーム: ノルウェーのトロムソ、フィンランドのソダンキラ、ケボ、スウェーデン

のチャウジャス、米国アラスカへの観測機器設置および運用を、海外研究機関との密な連携のもとで実施するとともに、欧州非干渉散乱 (EISCAT) レーダーによる高速観測モードの開発及び特別実験を実施した。

- 4) シミュレーションチーム: 波動粒子相互作用に関するシミュレーションによる降下電子の特徴と地上観測の比較を目的として、「あらせ」衛星によって観測されたプラズマ波動を入力としたシミュレーションを行った。

各チームが密に連携した研究の推進と、本計画を軸とした国内外の研究コミュニティとの共同研究を促進するため、「脈動オーロラ研究集会」を毎年開催し、本計画メンバーおよび関連研究者による成果の報告と、観測・解析戦略の議論等を実施した。また「あらせ」衛星のサイエンス会議においても、観測状況と観測戦略の議論を行い、「あらせ」衛星とのキャンペーン観測を数多く実現した。さらに、International Space Science Institute (ISSI)-BJ の枠組みでの国際研究チームの結成、NASA ロケットにおける日米共同チームの結成、国際シンポジウムの共同主催、国際学術誌特集号を通して、国際的な研究活動を先導した。さらに、インターネットを活用した会合を各チームや国際チームで定期的に行い、研究上の課題や計画の共有を進め、研究の実施を促進するとともに、多くの研究協力者、大学院生の参加を得た。

4. 研究成果

■ 地上観測—科学衛星あらせによる同時観測

本課題において、電子倍増型 CCD カメラ (EMCCD カメラ) を用いた高速オーロラ撮像システムを開発し、北欧 4 地点、北米 (アラスカ) 2 地点に観測網を構築した。観測網の構築にあたって、ノルウェー、フィンランド、スウェーデンおよび米国の研究者との共同研究体制を構築した。このシステムによって、毎秒 100 枚の全天画像を正確な絶対時刻付けを行った状態で連続的に取得し、科学衛星「あらせ」の観測領域 (地上におけるフットプリント) を広域にカバーするようなオーロラ観測を実現した。このような高速 (従来の 300 倍の時間分解能)、かつ広域な地上光学観測網は世界でも類を見ないものである。このカメラ群による観測を 2016 年の冬季から現在まで 6 冬季シーズンにわたって継続し、毎年 200 テラバイトを超える膨大な画像データを取得した。これらの観測データは、本計画で導入した大容量ストレージ上にデータベースとして整備され、DOI を付与したうえで、データを解析のためのプログラムと併せて、全世界の研究者に公開した。国際的な共同研究にも広く活用され、成果を創出している。

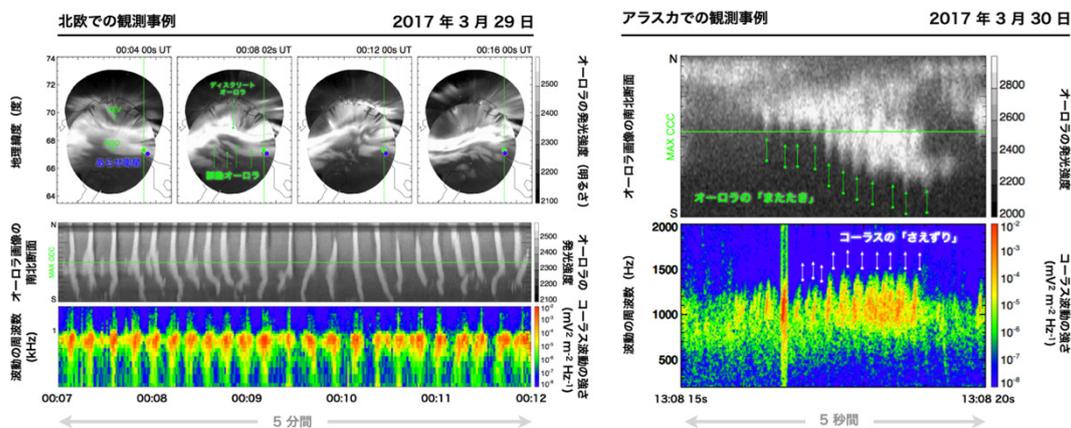


図 1: 北欧 (左)、アラスカ (右) における脈動オーロラとコーラス波動の同時観測事例、オーロラ画像の南北断面を時系列にした白黒の図はオーロラの脈打ちを示す。カラーの図で示されているコーラス波動の強度と 1 対 1 の対応があることが分かる (Hosokawa et al., 2020)

2017 年からは、北欧およびアラスカにおける高速撮像システムとあらせ衛星の同時観測を計画的に実施し、特に 2017 年 3 月の集中観測期間に、複数の衛星・地上同時観測事例の取得に成功した。これらの観測事例においては、磁気圏においてあらせ衛星によってコーラス波動および Electrostatic Cyclotron Harmonic (ECH) 波動が観測され、地上では脈動オーロラの時間変動を捉えることができた。これらのデータを用いて、数秒から数十秒の周期の脈動オーロラの明滅 (主脈動) と、コーラスの集団的な発生の際に明確な対応関係があることが示された (Kawamura et al., 2019; Hosokawa et al., 2020)。また、脈動オーロラには、主脈動の他に秒以下の時間変動 (内部変動) が存在することが知られており、本研究グループによって理論モデルが提案されている (Miyoshi et al., 2015a)。磁気圏側で観測されるコーラス波動にも同じ周期性を示すコーラスエレメントが同時に存在していることも確認された (Ozaki et al., 2018; Hosokawa et al., 2020, 図 1 参照)。このことから、モデルが予見していたとおり、脈動オーロラが示す階層的周期構造の全てがコーラス波動の時間変動によって説明できることが実証された。さらに、脈動オーロラが消光した際に、その領域の発光強度が周辺の領域よりも過剰に小さくなっていることを示し、この

傾向が脈動オーロラの空間構造によって形作られていることを示した (Hosokawa et al., 2021)。

また、あらせ衛星に搭載された波動粒子相互作用解析装置の機上ソフトウェア開発を行い、取得データ圧縮ルーチンの検討と実装を完了した。開発した機上ソフトウェアにより、所期の性能を満たすデータが得られていることを確認、波動粒子相互作用の直接計測に必須となる高相対時刻精度での計測を実現する方法論についてまとめ、学術論文として出版した (Hikishima et al., 2018; Katoh et al., 2018a)。さらに、脈動オーロラと類似した時間変動を示すフラッシュオーロラと呼ばれる秒以下の変動を示すオーロラに関しても、その時間変動がコーラス波動の時間変動、およびその磁力線に沿った伝搬特性によって説明できることを明らかにした (Ozaki et al., 2019, 2021)。また、脈動オーロラの時間変動がコーラス波動だけでなく、ECH と呼ばれる静電波動によってもコントロールされていることを、あらせ衛星との同時観測データの解析によって明らかにした (Fukizawa et al., 2018)。これらの一連の成果は、脈動オーロラに代表される拡散型オーロラ発光現象の示す多様な時間変動が、磁気圏におけるプラズマ波動の時間変動によって形作られていることを強く示唆している。また、あらせ衛星によるコーラス波動と電子の観測を直接比較することで、コーラス波動による波動粒子相互作用によって地球に向かっていく電子の観測に世界で初めて成功した。この成果をまとめた論文は Nature 誌に掲載され (Kasahara, Miyoshi et al., 2018, 図 2 参照)、Nature Editor's Choice に宇宙科学分野で唯一選出されるとともに、これまで 100 回以上引用され、国内外で幅広く報道されるなど、大きなインパクトを与えた。

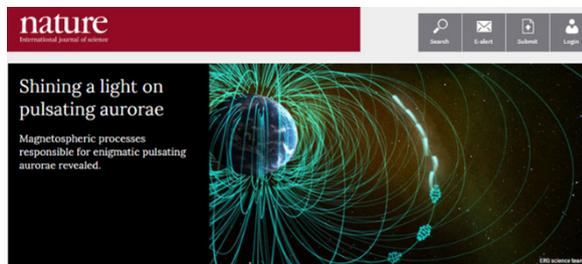


図 2: あらせ衛星と地上観測による波動粒子相互作用の素過程の直接観測 (Kasahara, Miyoshi et al., 2018)

さらにノルウェーのトロムソに多波長オーロラ観測システムを導入し、2つの波長でオーロラを同時に観測することによって、降下電子エネルギーを推定することにも取り組んだ。まず、4つの波長においてオーロラを同時に観測し、エネルギーを推定するためには、427.8 nm と 844.6 nm という2つの発光輝線を組み合わせることが必要であることを確認した (Oyama et al., 2018)。さらに、これら2つの波長の発光強度比率から脈動オーロラ降下電子のエネルギーを2次的に可視化する手法を確立した (Toyama et al., 2022)。これらの成果に加えて、本計画によってトロムソに設置した5波長フォトメータのデータと EISCAT レーダー、国際宇宙ステーションからのデジタルカメラ画像を併せ用いることによって脈動オーロラを作り出す電子のエネルギーが朝側にいくほど高くなることを示した (Kawamura et al., 2020; Nanjo et al., 2021)。脈動オーロラには様々なタイプが存在するが、朝側において低緯度側で観測される脈動オーロラがより高いエネルギーの電子降下によって作り出されていることを明らかにした (Nanjo et al., 2021)。

■ 地上観測—科学衛星あらせ—観測ロケットによる総合観測

本課題では2機の観測ロケット (RockSat-XN および LAMP) 搭載用の観測機器を開発し、各種単体試験、システム試験、打ち上げ運用を経て成功裏に観測データを取得した。ロケット飛行時には、開発した全8観測器とも正常動作に成功した。そして、RockSat-XN の観測結果を基に、磁気圏においてコーラス波動によって散乱されたと考えられる中間エネルギー帯電子、高エネルギー電子が同定され、大学院生が主著の学術論文を2編発表した (Sugo et al., 2021; Namekawa et al., 2021)。この2名の大学院生は RockSat-XN においてそれぞれ高エネルギー電子観測器 (HEP)、中間エネルギー帯電子観測器 (MED) の開発主担当でもあり、観測機器の開発技術のほか、ロケットシステムに対する対応や地上支援装置の開発など、飛行体に観測機器を搭載する上で必要となる技術を習得した上で、科学成果を創出している。LAMP は 2022 年 3 月 5 日に打ち上げ (図 3 参照) が行われ、初期的な観測から、ターゲットとする脈動オーロラの高速変調の出現領域をロケットが飛行し、搭載した高エネルギー電子観測器 (HEP) も高エネルギー電子の降下を検出していることが明らかとなり、日本地球惑星科学連合においても報告を行った。なお、ロケットに搭載した観測器の中には、アバランシェフォトダイオードを用いた中間エネルギー帯電子観測器 (RockSat-XN/MED)、ASIC (特定用途向け IC) を導入した磁場観測器 (RockSat-XN/AFG)、磁気インピーダンス効果を利用し、小型化を図った磁場観測器 (LAMP/MIM) など含まれている。これらは将来の地球惑星電磁気圏探査に向けた要素技術実証にも資するものである。



図 3: LAMP ロケット打ち上げの様子、背景に脈動オーロラが出現している

■ シミュレーションと観測の比較によるメカニズムの特定

本課題では、独自に開発した非線形波動粒子相互作用に関する計算コードを用いた計算を行い、脈動オーロラ多階層時間変動の起源 (Miyoshi et al., 2015a) と、コーラス波動との対応に関するモデルを提案し、後にあらせ衛星と地上との同時観測 (Hosokawa et al., 2020) で実証された。さらに、コーラス波動の磁力線方向の伝搬に伴って広いエネルギー帯の電子が散乱されることにより、脈動オーロラと放射線帯電子マイクロバーストの双方が引き起こされる理論モデル (Miyoshi et al., 2015b, 2020) の提案を行った。このモデルは、従来別の現象と思われていた2つの現象を統一的に説明するものであり、発表論文はこれまで100回以上引用されている。さらに、本モデルは米国の低高度衛星と本研究の地上観測 (Kawamura et al., 2021) によって実証され、脈動オーロラのメカニズムの解明に大きな役割を果たした。また、オーロラの発光計算と組み合わせることで、コーラス波動の変調と各波長における輝度変動との対応との研究も進め、コーラス波動の変化と発光スペクトル変化を結び付けた議論を可能とした。さらに、あらせ衛星のデータを入力としたシミュレーションを行い、EISCAT レーダーから得られた降下電子スペクトルを再現した (Miyoshi et al., 2021, 図4参照)。

また、コーラス波動の発生過程を再現する自己無撞着なシミュレーションにより、磁気圏における高エネルギー電子の速度分布がコーラス波動の発生条件に与える影響を明らかにした (Katoh et al. 2018b)。脈動オーロラの発光に寄与する高エネルギー電子が、コーラス波動により散乱される様相を、独自に開発したテスト粒子解析モデルを用いて再現し、ピッチ角の小さな電子に対して顕著に現れる特異な非線形効果の存在を明らかにした (Kitahara and Katoh, 2019)。

これらの成果は国際的な脈動オーロラ・拡散型オーロラ研究を先導し、多くの国際学会での招待講演、基調講演に加え、2021年に出版された「Aurora Physics」(Springer-Nature)というオーロラに関する最新の国際専門書籍においても紹介されている。また、分担者の三好が、一連の成果によって井上学術賞を受賞するなどの評価も受けている。

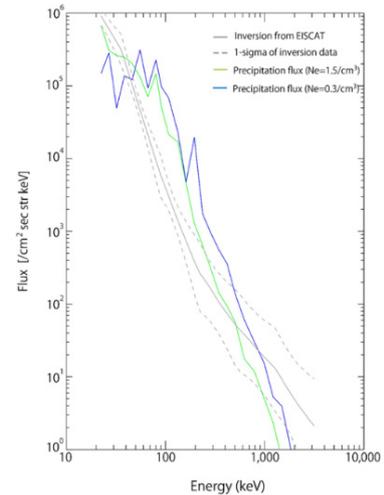


図4: あらせ衛星の観測を用いた数値計算で再現された降下電子スペクトル (Miyoshi et al., 2021)

■ 予見していなかった新たな成果：中層大気に及ぼす影響

コーラス波動が磁力線に沿って高緯度まで伝搬することにより、脈動オーロラを光らせる降下電子が準相対論的な高いエネルギーをもちうることを、シミュレーション研究で示した (Miyoshi et al., 2020)。この新たなモデルを実証するために、EISCAT レーダーとあらせ衛星、地上光学観測による特別実験を実施し、コーラス波動が磁気圏で観測され、脈動オーロラが発生している時間帯に65 km 高度まで電子が貫入していることを明らかにした (Miyoshi et al., 2021, 図5参照)。また、あらせ衛星の観測データを入力として電子の散乱・降下を再現し、中間圏高度における大気微量成分およびオゾンの化学シミュレーションと結合することによって、コーラス波動の高緯度伝搬が、脈動オーロラ発生時に中間圏のオゾン破壊する可能性があることを示した (Turunen et al., 2016; Miyoshi et al., 2021, 図5上から3段目)。さらに、北極に展開した高速撮像カメラと低高度を飛行する FIREBIRD-II 衛星との同時観測によって、脈動オーロラ発生時に1 MeV を超えるエネルギーを持つ電子が大気に降下し、シミュレーションで示されているものと同じ分散特性を示すことも実証された (Kawamura et al., 2021)。これらの成果は、磁気圏におけるコーラス波動の活動が、地球大気に影響を与えることを示すものであり、磁力線を介した宇宙プラズマと大気との結合過程を理解する上で、新規性が極めて高くかつ重要な知見である。

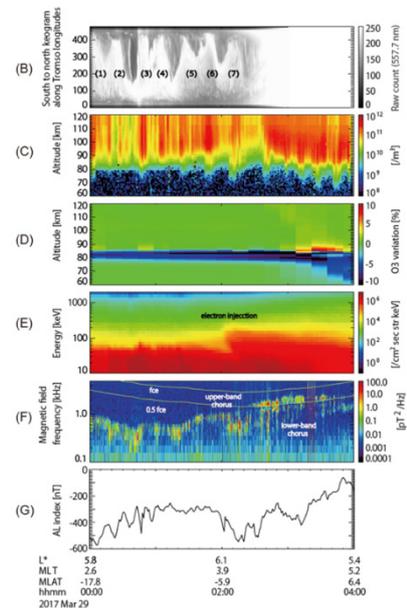


図5: あらせ衛星、レーダー、数値シミュレーションによる同時観測 (Miyoshi et al., 2021)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計47件（うち査読付論文 47件 / うち国際共著 37件 / うちオープンアクセス 31件）

1. 著者名 Ozaki M., Shiokawa K., Miyoshi Y., Hosokawa K., Oyama S., et al.	4. 巻 45
2. 論文標題 Microscopic Observations of Pulsating Aurora Associated With Chorus Element Structures: Coordinated Arase Satellite PWING Observations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 12,125 ~ 12,134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL079812	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Keika K., Kasahara S., Yokota S., Hoshino M., Seki K., Nose M., Amano T., Miyoshi Y., Shinohara I.	4. 巻 45
2. 論文標題 Ion Energies Dominating Energy Density in the Inner Magnetosphere: Spatial Distributions and Composition, Observed by Arase/MEP i	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 12,153 ~ 12,162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL080047	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Fukizawa M., Sakanoi T., Miyoshi Y., Hosokawa K., Shiokawa K., Katoh Y., Kazama Y., Kumamoto A., Tsuchiya F., Miyashita Y., Tanaka Y. M., Kasahara Y., Ozaki M., Matsuoka A., Matsuda S., Hikishima M., Oyama S., Ogawa Y., Kurita S., Fujii R.	4. 巻 45
2. 論文標題 Electrostatic Electron Cyclotron Harmonic Waves as a Candidate to Cause Pulsating Auroras	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL080145	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Matsuda S., Kasahara Y., Miyoshi Y., Nomura R., Shoji M., Matsuoka A., Kasaba Y., Kurita S., Teramoto M., Ishisaka K.	4. 巻 45
2. 論文標題 Spatial Distribution of Fine-Structured and Unstructured EMIC Waves Observed by the Arase Satellite	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 11,530 ~ 11,538
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL080109	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hirai A., Tsuchiya F., Obara T., Kasaba Y., Katoh Y., Misawa H., Shiokawa K., Miyoshi Y., Kurita S., Matsuda S., Connors M., Nagatsuma T., Sakaguchi K., Kasahara Y., Kumamoto A., Matsuoka A., Shoji M., Shinohara I., Albert J. M.	4. 巻 45
2. 論文標題 Temporal and Spatial Correspondence of Pc1/EMIC Waves and Relativistic Electron Precipitations Observed With Ground Based Multi Instruments on 27 March 2017	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 13,182 ~ 13,191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL080126	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kurita S., Miyoshi Y., Shiokawa K., Higashio N., Mitani T., Takashima T., Matsuoka A., Shinohara I., Kletzing C. A., Blake J. B., Claudepierre S. G., Connors M., Oyama S., Nagatsuma T., Sakaguchi K., Baishev D., Otsuka Y.	4. 巻 45
2. 論文標題 Rapid Loss of Relativistic Electrons by EMIC Waves in the Outer Radiation Belt Observed by Arase, Van Allen Probes, and the PWING Ground Stations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL080262	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ozaki Mitsunori, Miyoshi Yoshizumi, Shiokawa Kazuo, Hosokawa Keisuke, Oyama Shin-ichiro, Kataoka Ryuho, Ebihara Yusuke, Ogawa Yasunobu, et al.	4. 巻 10
2. 論文標題 Visualization of rapid electron precipitation via chorus element wave-particle interactions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-07996-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Oyama Shin-ichiro, Tsuda Takuo T., Hosokawa Keisuke, Ogawa Yasunobu, Miyoshi Yoshizumi, Kurita Satoshi, Kero Antti E., Fujii Ryoichi, Tanaka Yoshimasa, Mizuno Akira, Kawabata Tetsuya, Gustavsson Bjrn, Leyser Thomas	4. 巻 70
2. 論文標題 Auroral molecular-emission effects on the atomic oxygen line at 777.4nm	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0936-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Shiokawa K., Ozaki M., Kadokura A., Endo Y., Sakanoi T., Kurita S., Miyoshi Y., Oyama S. I., et al.	4. 巻 45
2. 論文標題 Purple Auroral Rays and Global Pc1 Pulsations Observed at the CIR Associated Solar Wind Density Enhancement on 21 March 2017	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL079103	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Tsuchiya F., Hirai A., Obara T., Misawa H., Kurita S., Miyoshi Y., Shiokawa K., Connors M., Ozaki M., Kasahara Y., Kumamoto A., Kasaba Y., Matsuoka A., Shoji M., Shinohara I.	4. 巻 45
2. 論文標題 Energetic Electron Precipitation Associated With Pulsating Aurora Observed by VLF Radio Propagation During the Recovery Phase of a Substorm on 27 March 2017	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL080222	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kurita S., Miyoshi Y., Blake J. B., Friedel R. H. W.	4. 巻 123
2. 論文標題 Response of Relativistic Electron Microbursts to the Arrival of High-Speed Solar Wind Streams and its Relation to Flux Variation of Trapped Radiation Belt Electrons	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 7452 ~ 7461
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JA025675	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Kurita S., Miyoshi Y., Kasahara S., Yokota S., Kasahara Y., Matsuda S., Kumamoto A., Matsuoka A., Shinohara I.	4. 巻 45
2. 論文標題 Deformation of Electron Pitch Angle Distributions Caused by Upper Band Chorus Observed by the Arase Satellite	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 7996 ~ 8004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL079104	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Miyoshi Yoshizumi, Shinohara Iku, Takashima Takeshi, Asamura Kazushi, et al.,	4. 巻 70
2. 論文標題 Geospace exploration project ERG	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0862-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hikishima Mitsuru, Kojima Hirotsugu, Kato Yuto, Kasahara Yoshiya, Kasahara Satoshi, Mitani Takefumi, Higashio Nana, Matsuoka Ayako, Miyoshi Yoshizumi, Asamura Kazushi, Takashima Takeshi, Yokota Shoichiro, Kitahara Masahiro, Matsuda Shoya	4. 巻 70
2. 論文標題 Data processing in Software-type Wave-Particle Interaction Analyzer onboard the Arase satellite	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0856-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Asamura K., Kazama Y., Yokota S., Kasahara S., Miyoshi Y.	4. 巻 70
2. 論文標題 Low-energy particle experiments ion mass analyzer (LEPi) onboard the ERG (Arase) satellite	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0846-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Miyoshi Yoshizumi, Hori Tomoaki, Shoji Masafumi, Teramoto Mariko et al.	4. 巻 70
2. 論文標題 The ERG Science Center	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0867-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsuoka Ayako, Teramoto Mariko, Nomura Reiko, Nose Masahito, Fujimoto Akiko, Tanaka Yoshimasa, Shinohara Manabu, Nagatsuma Tsutomu, Shiokawa Kazuo, Obana Yuki, Miyoshi Yoshizumi, Mita Makoto, Takashima Takeshi, Shinohara Iku	4. 巻 70
2. 論文標題 The ARASE (ERG) magnetic field investigation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0800-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kasahara S., Miyoshi Y., Yokota S., Mitani T., Kasahara Y., Matsuda S., Kumamoto A., Matsuoka A., Kazama Y., Frey H. U., Angelopoulos V., Kurita S., Keika K., Seki K., Shinohara I.	4. 巻 554
2. 論文標題 Pulsating aurora from electron scattering by chorus waves	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 337 ~ 340
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/nature25505	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Oyama S., Kero A., Rodger C. J., Clilverd M. A., Miyoshi Y., Partamies N., Turunen E., Raita T., Verronen P. T., Saito S.	4. 巻 122
2. 論文標題 Energetic electron precipitation and auroral morphology at the substorm recovery phase	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 6508 ~ 6527
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2016JA023484	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Grandin M., Kero A., Partamies N., McKay D., Whiter D., Kozlovsky A., Miyoshi Y.	4. 巻 44
2. 論文標題 Observation of pulsating aurora signatures in cosmic noise absorption data	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 5292 ~ 5300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017GL073901	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shiokawa Kazuo, Katoh Yasuo, Hamaguchi Yoshiyuki, Yamamoto Yuka, Adachi Takumi, Ozaki Mitsunori, Oyama Shin-Ichiro, Nose Masahito, Nagatsuma Tsutomu, Tanaka Yoshimasa, Otsuka Yuichi, Miyoshi Yoshizumi, et al.	4. 巻 69
2. 論文標題 Ground-based instruments of the PWING project to investigate dynamics of the inner magnetosphere at subauroral latitudes as a part of the ERG-ground coordinated observation network	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-017-0745-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Katoh Yuto, Kojima Hirotsugu, Hikishima Mitsuru, Takashima Takeshi, Asamura Kazushi, Miyoshi Yoshizumi, Kasahara Yoshiya, Kasahara Satoshi, Mitani Takefumi, Higashio Nana, Matsuoka Ayako, Ozaki Mitsunori, Yagitani Satoshi, Yokota Shoichiro, Matsuda Shoya, Kitahara Masahiro, Shinohara Iku	4. 巻 70
2. 論文標題 Software-type Wave?Particle Interaction Analyzer on board the Arase satellite	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-017-0771-7	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ozaki M., Shiokawa K., Miyoshi Y., Kataoka R., Connors M., Inoue T., Yagitani S., Ebihara Y., Jun C. W., Nomura R., Sakaguchi K., Otsuka Y., Uchida H. A., Schofield I., Danskin D. W.	4. 巻 45
2. 論文標題 Discovery of 1?Hz Range Modulation of Isolated Proton Aurora at Subauroral Latitudes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 1209 ~ 1217
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017GL076486	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Turunen, E., A. Kerro, P. T. Verronen, Y. Miyoshi, S. Oyama, and S. Saito	4. 巻 121
2. 論文標題 Mesospheric ozone destruction by high-energy electron precipitation associated with pulsating auora	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 11852-11861
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2016JD025015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Saito, S., Y. Miyoshi, and K. Seki	4. 巻 121
2. 論文標題 Rapid increase in relativistic electron flux controlled by nonlinear phase trapping of whistler chorus elements	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research - Space Physics	6. 最初と最後の頁 6573-6589
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2016JA022696	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kalaee, M. J. and Y. Kato	4. 巻 23
2. 論文標題 Study of a condition for the mode conversion from purely perpendicular electrostatic waves to electromagnetic waves	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 72119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.4958945	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kitahara, M., and Y. Kato	4. 巻 121
2. 論文標題 Method for direct detection of pitch angle scattering of energetic electrons caused by whistler-mode chorus emissions	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research - Space Physics	6. 最初と最後の頁 5137-5148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2015JA021902	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Oyama, S.-i., K. Shiokawa, Y. Miyoshi, K. Hosokawa, B. J. Watkins, J. Kurihara, T. T. Tsuda, and C. T. Fallen	4. 巻 121
2. 論文標題 Lower thermospheric wind variations in auroral patches during the substorm recovery phase	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research - Space Physics	6. 最初と最後の頁 3564-3577
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2015JA022129	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hosokawa, K., and Y. Ogawa	4. 巻 120
2. 論文標題 Ionospheric variation during pulsating aurora	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 J. Geophys. Res.	6. 最初と最後の頁 5943-5957
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2015JA021401	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Y. Miyoshi, S. Saito, K. Seki, T. Nishiyama, R. Kataoka, K. Asamura, Y. Katoh, Y. Ebihara, T. Sakanoi, M. Hirahara, S. Oyama, S. Kurita, O. Santolik	4. 巻 120
2. 論文標題 Relation between fine structure of energy spectra for pulsating aurora electrons and frequency spectra of whistler-mode chorus waves	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research - Space Physics	6. 最初と最後の頁 7728-7736
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2015JA021562	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hosokawa K., Y. Miyoshi, and W. Li	4. 巻 120
2. 論文標題 Introduction to Special Section on Pulsating Aurora and Related Magnetospheric Phenomena	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research	6. 最初と最後の頁 5341-5343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2015JA021453	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Safargaleev Vladimir, Sergienko Tima, Hosokawa Keisuke, Oyama Shin-ichiro, Ogawa Yasunobu, Miyoshi Yoshizumi, Kurita Satoshi, Fujii Ryochi	4. 巻 74
2. 論文標題 Altitude of pulsating arcs as inferred from tomographic measurements	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-022-01592-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kawamura Miki, Sakanoi Takeshi, Fukizawa Mizuki, Miyoshi Yoshizumi, Hosokawa Keisuke, Tsuchiya Fuminori, Katoh Yuto, Ogawa Yasunobu, Asamura Kazushi, Saito Shinji, Spence Harlan, Johnson Arlo, Oyama Shin'ichiro, Br?ndstr?m Urban	4. 巻 48
2. 論文標題 Simultaneous Pulsating Aurora and Microburst Observations With Ground Based Fast Auroral Imagers and CubeSat FIREBIRD II	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021GL094494	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Saito S., Kurita S., Miyoshi Y., Kasahara S., Yokota S., Keika K., Hori T., Kasahara Y., Matsuda S., Shoji M., Nakamura S., Matsuoka A., Imajo S., Shinohara I.	4. 巻 126
2. 論文標題 Data Driven Simulation of Rapid Flux Enhancement of Energetic Electrons With an Upper Band Whistler Burst	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JA028979	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Namekawa T., Mitani T., Asamura K., Miyoshi Y., Hosokawa K., Ogawa Y., Saito S., Hori T., Sugo S., Kawashima O., Kasahara S., Nomura R., Yagi N., Fukizawa M., Sakanoi T., Saito Y., Matsuoka A., Shinohara I., Fedorenko Y., Nikitenko A., Koehler C.	4. 巻 126
2. 論文標題 Rocket Observation of Sub Relativistic Electrons in the Quiet Dayside Auroral Ionosphere	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JA028633	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Miyoshi Y., Hosokawa K., Kurita S., Oyama S.-I., Ogawa Y., Saito S., Shinohara I., Kero A., Turunen E., Verronen P. T., Kasahara S., Yokota S., Mitani T., Takashima T., Higashio N., Kasahara Y., Matsuda S., Tsuchiya F., Kumamoto A., Matsuoka A., Hori T., Keika K., Shoji M., Teramoto M., Imajo S., Jun C., Nakamura S.	4. 巻 11
2. 論文標題 Penetration of MeV electrons into the mesosphere accompanying pulsating aurorae	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-92611-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hosokawa K., Miyoshi Y., Oyama S. I., Ogawa Y., Kurita S., Kasahara Y., Kasaba Y., Yagitani S., Matsuda S., Ozaki M., Tsuchiya F., Kumamoto A., Takashima T., Shinohara I., Fujii R.	4. 巻 126
2. 論文標題 Over Darkening of Pulsating Aurora	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JA028838	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Miyamoto Taishiro, Oyama Shin ichiro, Raita Tero, Hosokawa Keisuke, Miyoshi Yoshizumi, Ogawa Yasunobu, Kurita Satoshi	4. 巻 126
2. 論文標題 Variations in Cosmic Noise Absorption in Association With Equatorward Development of the Pulsating Auroral Patch: A Case Study to Estimate the Energy Spectra of Auroral Precipitating Electrons	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JA029309	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sugo S., Kawashima O., Kasahara S., Asamura K., Nomura R., Miyoshi Y., Ogawa Y., Hosokawa K., Mitani T., Namekawa T., Sakanoi T., Fukizawa M., Yagi N., Fedorenko Y., Nikitenko A., Yokota S., Keika K., Hori T., Koehler C.	4. 巻 126
2. 論文標題 Energy Resolved Detection of Precipitating Electrons of 30?100?keV by a Sounding Rocket Associated With Dayside Chorus Waves	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JA028477	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ozaki Mitsunori, Inoue Tomohiro, Tanaka Yoshimasa, Yagitani Satoshi, Kasahara Yoshiya, Shiokawa Kazuo, Miyoshi Yoshizumi, Imamura Kousuke, Hosokawa Keisuke, Oyama Shin ichiro, Kataoka Ryuho, Ebihara Yusuke, Ogawa Yasunobu, Kadokura Akira	4. 巻 126
2. 論文標題 Spatial Evolution of Wave Particle Interaction Region Deduced From Flash Type Auroras and Chorus Ray Tracing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JA029254	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Miyoshi Y., Saito S., Kurita S., Asamura K., Hosokawa K., Sakanoi T., Mitani T., Ogawa Y., Oyama S., Tsuchiya F., Jones S. L., Jaynes A. N., Blake J. B.	4. 巻 47
2. 論文標題 Relativistic Electron Microbursts as High Energy Tail of Pulsating Aurora Electrons	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020GL090360	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Nishimura Yukitoshi, Lessard Marc R., Katoh Yuto, Miyoshi Yoshizumi, Grono Eric, Partamies Noora, Sivadas Nithin, Hosokawa Keisuke, Fukizawa Mizuki, Samara Marilia, Michell Robert G., Kataoka Ryuho, Sakanoi Takeshi, Whiter Daniel K., Oyama Shin-ichiro, Ogawa Yasunobu, Kurita Satoshi	4. 巻 216
2. 論文標題 Diffuse and Pulsating Aurora	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Space Science Reviews	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11214-019-0629-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kawamura Yuki, Hosokawa Keisuke, Nozawa Satonori, Ogawa Yasunobu, Kawabata Tetsuya, Oyama Shin-ichiro, Miyoshi Yoshizumi, Kurita Satoshi, Fujii Ryoichi	4. 巻 72
2. 論文標題 Estimation of the emission altitude of pulsating aurora using the five-wavelength photometer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-020-01229-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hosokawa K., Miyoshi Y., Ozaki M., Oyama S.-I., Ogawa Y., Kurita S., Kasahara Y., Kasaba Y., Yagitani S., Matsuda S., Tsuchiya F., Kumamoto A., Kataoka R., Shiokawa K., Raita T., Turunen E., Takashima T., Shinohara I., Fujii R.	4. 巻 10
2. 論文標題 Multiple time-scale beats in aurora: precise orchestration via magnetospheric chorus waves	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-59642-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kawamura S., Hosokawa K., Kurita S., Oyama S., Miyoshi Y., Kasahara Y., Ozaki M., Matsuda S., Matsuoka A., Kozelov B., Kawamura Y., Shinohara I.	4. 巻 124
2. 論文標題 Tracking the Region of High Correlation Between Pulsating Aurora and Chorus: Simultaneous Observations With Arase Satellite and Ground Based All Sky Imager in Russia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019JA026496	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kitahara M., Katoh Y.	4. 巻 124
2. 論文標題 Anomalous Trapping of Low Pitch Angle Electrons by Coherent Whistler Mode Waves	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 5568 ~ 5583
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019JA026493	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ozaki, M., Y. Miyoshi et al.,	4. 巻 10
2. 論文標題 Visualization of rapid electron precipitation via chorus element wave?particle interactions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-018-07996-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計49件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 28件)

1. 発表者名 KURITA, Satoshi MIYOSHI, Yoshizumi et al.,
2. 発表標題 Propagation characteristics of whistler mode chorus waves deduced from the Arase observations
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会 第144回総会及び講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 HOSOKAWA, Keisuke KURITA, Satoshi MIYOSHI, Yoshizumi et al.
2. 発表標題 Concentrically expanding ring-shaped pulsating aurora: simultaneous observations with Arase
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会 第144回総会及び講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 KAWAMURA, Yuki HOSOKAWA, Keisuke OYAMA, Shin-ichiro et al.
2. 発表標題 The temporal characteristics of PsA internal modulation
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会 第144回総会及び講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 KAWAMURA, Suguru HOSOKAWA, Keisuke KURITA, Satoshi
2. 発表標題 Long-lasting high correlation between pulsating aurora and chorus
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会 第144回総会及び講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三好 由純他
2. 発表標題 Energetic electron acceleration and precipitations associated with chorus waves; Arase observations
3. 学会等名 JpGU Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 細川 敬祐他
2. 発表標題 Comparison of pulsating aurora with and without internal modulation: simultaneous observations with ARASE
3. 学会等名 JpGU Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加藤雄人他
2. 発表標題 Simulation study of the dependence of the whistler-mode chorus generation on properties of energetic electrons in the Earth's inner magnetosphere
3. 学会等名 JpGU Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川村 勇貴他
2. 発表標題 Spatial distribution of periodicities of pulsating aurora: multi-point high-speed optical observations in Scandinavia
3. 学会等名 JpGU Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sakanoui, T., H. Kondo, Y. Ogawa, Y. Tanaka, K. Kauristie, U. Brndstrm, B. Gustavsson, T. Sergienko, M. Kagitani
2. 発表標題 Coordinated EISCAT and optical imaging observations of the omega-band aurora and electron density enhancement in the D-region ionosphere
3. 学会等名 18th international EISCAT symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 細川 敬祐, 小川 泰信
2. 発表標題 Quasi-periodic variation in electron density, conductance and electric field during pulsating aurora
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大山 伸一郎, Kero Antti, Rodger Craig, Clilverd Mark, 三好 由純, Noora Partamies, Esa Turunen, Raita Tero, Verronen Pekka, 齊藤 慎司
2. 発表標題 Energetic electron precipitation and auroral morphology at the substorm recovery phase
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三好 由純, 篠原 育, 高島 健, 浅村 和史, 東尾 奈々, 三谷 烈史, 横田 勝一郎, 笠原 慧, 風間 洋一, Shiang-Yu Wang, 平原 聖文, 笠原 禎也, 笠羽 康正, 八木谷 聡, 松岡 彩子, 小嶋 浩嗣, 加藤 雄人, 疋島 充, 塩川 和夫, 関 華奈子
2. 発表標題 Geospace Exploration Project: Arase (ERG)
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 浅村 和史, 須藤 雄志, 風間 洋一, 横田 勝一郎, 笠原 慧, 堀 智昭, 三好 由純
2. 発表標題 Observations of low-energy ions with Arase/LEPi
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加藤 雄人, Chen Lunjin
2. 発表標題 ULF wave modulation on the generation process of whistler-mode chorus emissions
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小川 泰信, 野澤 悟徳, 堤 雅基, Haggstrom Ingemar
2. 発表標題 D- and E-region ion temperature measured with EISCAT radar facility
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 北原 理弘, 加藤 雄人
2. 発表標題 Nonlinear pitch angle scattering of low pitch angle electrons caused by whistler mode chorus emissions
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 細川 敬祐, 大山 伸一郎, 小川 泰信, 三好 由純, 栗田 怜, 宮岡 宏, 田中 良昌, 野澤 悟徳, 寺本 万里子, 塩川 和夫, 坂野井 健, 藤井 良一
2. 発表標題 Coordinated observations of pulsating aurora with multi-point high-speed optical measurements, EISCAT and ARASE/ERG satellite
3. 学会等名 18th EISCAT symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 細川 敬祐, 小川 泰信
2. 発表標題 Quasi-periodic variation in electron density, conductance and electric field during pulsating aurora
3. 学会等名 18th EISCAT symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小川 泰信, 細川 敬祐, 大山 伸一郎, 三好 由純, 宮岡 宏, 田中 良昌, 野澤 悟徳, 栗田 怜, 塩川 和夫, 坂野井 健, 藤井 良一
2. 発表標題 Estimating the energy of pulsating aurora electrons: simultaneous observations with multi-wavelength all-sky imagers and EISCAT
3. 学会等名 18th EISCAT symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小川 泰信, 野澤 悟徳, 堤 雅基, Haggstrom Ingemar
2. 発表標題 D- and E-region ion temperature measured with EISCAT radar facility
3. 学会等名 18th EISCAT symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大山 伸一郎, Antti Kero, Craig J. Rodger, Mark A. Clilverd, 三好 由純, Noora Partamies, Esa Turunen, Tero Raita, Pekka T. Zerronen, 齊藤 慎司
2. 発表標題 Energetic electron precipitation and auroral morphology at the substorm recovery phase
3. 学会等名 18th EISCAT symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大山 伸一郎, 塩川 和夫, 三好 由純, 細川 敬祐, Brenton J. Watkins, 栗原 純一, 津田 卓雄, Christopher T. Fallen
2. 発表標題 Lower thermospheric wind variations in auroral patches during the substorm recovery phase
3. 学会等名 18th EISCAT symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三好 由純, 篠原 育, 高島 健, 浅村 和史, 塩川 和夫, 東尾 奈々, 三谷 烈史, 横田 勝一郎, 笠原 慧, 風間 洋一, Shiang-Yu Wang, 笠原 禎也, 笠羽 康正, 八木谷 聡, 松岡 彩子, 小嶋 浩嗣, 加藤 雄人, 疋島 充, 関 華奈子, 細川 敬祐, 小川 泰信, 栗田 怜, 小野 高幸, ERG project team, Pulsating aurora team
2. 発表標題 Geospace Exploration Project: Arase (ERG)
3. 学会等名 18th EISCAT symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mitsuru Hikishima, Hirotsugu Kojima, Yuto Katoh, Takeshi Takashima, Kazushi Asamura, Yoshizumi Miyoshi, Yoshiya Kasahara, Satoshi Kasahara, Takefumi Mitani, Nana Higashio, Ayako Matsuoka, Iku Shinohara
2. 発表標題 Software-type Wave-Particle Interaction Analyzer on board the ARASE satellite
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Saito, S. Kurita, and Y. Miyoshi
2. 発表標題 Causal Relationship between Relativistic Electron Acceleration and Microbursts associated with Scattering by Whistler Chorus Elements
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshizumi Miyoshi, Iku Shinohara, Takeshi Takashima, Kazushi Asamura, et al.
2. 発表標題 Arase : mission overview and initial results
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Keisuke Hosokawa, Yoshizumi Miyoshi, Shin-ichiro Oyama, Yasunobu Ogawa, Satoshi Kurita, et al.
2. 発表標題 Simultaneous observations of pulsating aurora with multi-point high-speed optical measurements and ARASE/ERG satellite
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuto Kato, Hirotsugu Kojima, Mitsuru Hikishima, Takeshi Takashima, Kazushi Asamura, Yoshizumi Miyoshi, Yoshiya Kasahara, Satoshi Kasahara, Takefumi Mitani, Nana Higashio, Ayako Matsuoka, Mitsunori Ozaki, Satoshi Yagitani, Shoichiro Yokota, Shoya Matsuda, Masahiro Kitahara, and Iku Shinohara
2. 発表標題 Software-type Wave-Particle Interaction Analyzer on board the ARASE satellite
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yasunobu Ogawa, Yoshizumi Miyoshi, Kazuo Shiokawa, Keisuke Hosokawa, Shin-ichiro Oyama, et al.
2. 発表標題 Coordinated Arase (ERG) satellite and EISCAT radar observations
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shinji Saito, Yoshizumi Miyoshi, Satoshi Kurita, Yoshiya Kasahara, et al.
2. 発表標題 Numerical calculations for flux enhancement of radiation belt electrons observed by ARASE: GEMSIS-RBW simulations
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 坂野井 健、三好 由純、浅村 和史、細川 敬祐、平原 聖文、斎藤 義文
2. 発表標題 将来オーロラ観測ロケットならびに小型衛星搭載可視・紫外イメージャーの開発
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shin-ichiro Oyama, Keisuke Hosokawa, Yasunobu Ogawa, Yoshizumi Miyoshi, Takuo Tsuda, Satoshi Kurita, Antti Kero, Ryoichi Fujii, Satonori Nozawa, Hiroshi Miyaoka, Yoshimasa Tanaka, Akira Mizuno, and Tetsuya Kawabata
2. 発表標題 Evaluation of the auroral molecular-emission effects on the atomic line at 777.4 nm
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川村 勇貴, 細川 敬祐, 小川 泰信, 栗田 怜, Wygant John, Breneman Aaron, Bonnell John, Kletzing Craig A.
2. 発表標題 脈動オーロラ主脈動とコーラスバーストの周期性に関する統計的比較
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川村 豪, 細川 敬祐, 栗田 怜, 大山 伸一郎, 三好 由純, 小川 泰信, 藤井 良一, Wygant John, Breneman Aaron, Bonnell John, Kletzing Craig A.
2. 発表標題 北欧全天カメラと Van Allen Probes 衛星を用いた脈動オーロラ同時観測事例の解析
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井上 拓海, 井上 智寛, 尾崎 光紀, 八木谷 聡, 海老原 祐輔, 疋島 充, 細川 敬祐, 今村 幸佑, 門倉 昭, 笠羽 康正, 笠原 禎也, 片岡 龍峰, 加藤 雄人, 小嶋 浩嗣, 熊本 篤志, 栗田 怜, 松田 昇也, 松岡 彩子, 三好 由純他
2. 発表標題 脈動電子オーロラのあらせ衛星および地上観測の初期結果報告: コーラス波動が駆動源と考えられる脈動オーロラパッチの時空間解析
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岸山 泰輝, 細川 敬祐, 野澤 悟徳, 小川 泰信, 大山 伸一郎, 三好 由純, 宮岡 宏, 藤井 良一
2. 発表標題 OFFの間に暗くなりすぎる脈動オーロラの統計解析
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 浅野 貴紀, 三好 由純, 栗田 怜, 大山 伸一郎, 町田 忍, 藤井 良一, 細川 敬祐, 小川 泰信
2. 発表標題 複数波長観測による脈動オーロラ降下電子のエネルギー推定とそのMLT依存性
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 北原 理弘, 加藤 雄人, 疋島 充, 笠原 禎也, 松田 昇也, 小嶋 浩嗣, 尾崎 光紀, 八木谷 聡
2. 発表標題 あらせ衛星搭載のプラズマ波動観測器によって計測された波形データの精密較正
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mitsuru Hikishima, Hirotugu Kojima, Yuto Katoh, Yoshiya Kasahara, Satoshi Kasahara, Takefumi Mitani, Nana Higashio, Ayako Matsuoka, Yoshizumi Miyoshi, Kazushi Asamura, Takeshi Takashima, Shoichiro Yokota, Masahiro Kitahara, Shoya Matsuda
2. 発表標題 Data processing in the Software-type wave-particle interaction analyzer on board the ARASE satellite
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 竹中 達, 加藤 雄人, 熊本 篤志, 土屋 史紀, 笠原 禎也, 尾崎 光紀, 八木谷 聡, 松田 昇也, 松岡 彩子, Wang S.-Y., 風間 洋一, Tam Sunny W. Y.
2. 発表標題 あらせ衛星観測データに基づくプラズマポーズ外縁の高密度領域で発生するコーラス放射とプラズマ密度変動との対応に関する研究
3. 学会等名 第142回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Oyama, S.-i., K. Shiokawa, Y. Miyoshi, K. Hosokawa, B. J. Watkins, J. Kurihara, T. T. Tsuda, and C. T. Fallen
2. 発表標題 Lower-thermospheric wind variations in auroral patches during the substorm recovery phase
3. 学会等名 Japan Geoscience Union MEETING (2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1 . 発表者名 Oyama, S.-i., Y. Miyoshi, S. Saito, E. Turunen, A. Kero, N. Partamies, P. T. Verronen, J. Manninen, I. Virtanen, and T. Raita
2 . 発表標題 International joint study of EEP effects on the atmospheric minor components during pulsating aurora
3 . 学会等名 Japan Geoscience Union MEETING (2016) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 Miyoshi, Y., S. Saito, S.-i. Oyama, S. Kurita, K. Shiokawa, E. Turunen, A. Kero, and J. Manninen
2 . 発表標題 Relativistic electron precipitations associated with the pulsating aurora
3 . 学会等名 Japan Geoscience Union MEETING (2016) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 Saito, S., Y. Nariyuki, and T. Umeda
2 . 発表標題 Enhancement of kinetic scale electrostatic fluctuations in decaying whistler turbulence: Particle-In-Cell simulations
3 . 学会等名 Japan Geoscience Union MEETING (2016) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 Miyoshi, Y., I. Shinohara, T. Takashima, K. Asamura, N. Higashio, H. Matsumoto, T. Mitani, S. Yokota, S. Kasahara, Y. Kazama, M. Hirahara, Y. Kasaba, A. Matsuoka, H. Kojima, K. Shiokawa, K. Seki, M. Fujimoto, T. Hori, Y. Miyashita, K. Keika, M. Shoji, S. Oyama, and R. Fujii
2 . 発表標題 Japanese Geospace Exploration Project: ERG
3 . 学会等名 FinCOSPAR 2015 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2015年

1. 発表者名 三好由純、齋藤慎司、関華奈子、西山尚典、片岡龍峰、浅村和史、加藤雄人、海老原祐輔、坂野井健、平原聖文、大山伸一郎、栗田怜、尾崎光紀、O. Santolik
2. 発表標題 脈動オーロラの内部変調の起源について
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会第138回総会・講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 EISCAT及びEISCAT_3Dレーダーを用いた北極域超高層大気の国際共同研究
2. 発表標題 小川泰信, 宮岡宏, 野澤悟徳, 大山伸一郎, 津田卓雄, 中村卓司, 藤井良一, EISCATサイエンスチーム
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会第138回総会・講演会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Y. Miyoshi, S. Saito, S. Kurita, S. Oyama, M. Hirahara, R. Kataoka, K. Asamura, T. Sakanoi, E. Turunen, A. Kero, and P. Veronen
2. 発表標題 Relativistic electron microbursts and pulsating aurora
3. 学会等名 The Sixth Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Y. Miyoshi, S. Oyama, S. Saito, E. Turunen, S. Kurita, A. Kero, P. Verronen, R. Kataoka, Y. Ebihara, C. Kletzing, G. Reeves, O. Santolik, M. Clilverd, C. Rodger and F. Tsuchiya
2. 発表標題 Wide energy electron precipitation and their impact on the middle atmosphere associated with Pulsating Aurora; EISCAT and Van Allen Probe observations
3. 学会等名 米国地球物理学連合総会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

脈動オーロラプロジェクトホームページ
http://www.psa-research.org/

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	小川 泰信 (Ogawa Yasunobu) (00362210)	国立極地研究所・共同研究推進系・教授 (62611)	
研究分担者	三好 由純 (Miyoshi Yoshizumi) (10377781)	名古屋大学・宇宙地球環境研究所・教授 (13901)	
研究分担者	浅村 和史 (Asamura Kazushi) (50321568)	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・准教授 (82645)	
研究分担者	加藤 雄人 (Katoh Yuto) (60378982)	東北大学・理学研究科・教授 (11301)	
研究分担者	細川 敬祐 (Hosokawa Keisuke) (80361830)	電気通信大学・大学院情報理工学研究所・教授 (12612)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
ノルウェー	UiT The Arctic University of Norway			
フィンランド	サダンキラ地球物理学研究所	オウル大学	フィンランド気象研究所	
スウェーデン	スウェーデン王立宇宙物理研究所			
米国	アラスカ大学			
フィンランド	Sodankyla Geophysical Observatory	Finnish Meteorological Institute		
スウェーデン	Swedish Institute of Space Physics			
ノルウェー	University Tromso			
米国	University of Alaska	University of New Hampshire	NASA	